

10 Recd 10 JUL 2005

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

541336

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2004年7月29日 (29.07.2004)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2004/063651 A1

(51) 国際特許分類<sup>7</sup>: F27B 3/08,  
F27D 11/02, H05B 7/12, C01B 31/04

(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/005563

(22) 国際出願日: 2003年4月30日 (30.04.2003)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:  
特願2003-4029 2003年1月10日 (10.01.2003) JP

(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 東海カーボン株式会社 (TOKAI CARBON CO., LTD.) [JP/JP]; 〒107-8636 東京都 港区 北青山一丁目 2番 3号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 白石 千鶴浩 (SHIRAI SHI, Chizuhiro) [JP/JP]; 〒107-8636 東京都 港区 北

(74) 代理人: 福田 保夫, 外 (FUKUDA, Yasuo et al.); 〒101-0041 東京都 千代田区 神田須田町 1-16 本郷ビル 5階 Tokyo (JP).

(81) 指定国(国内): AU, CA, CN, ID, IN, KR, US.

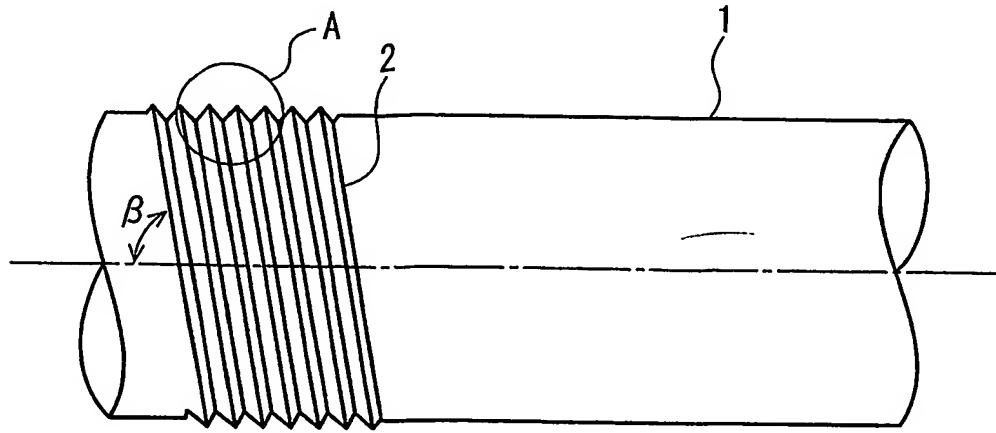
(84) 指定国(広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

添付公開書類:  
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイドスノート」を参照。

(54) Title: GRAPHITE ELECTRODE FOR STEELMAKING

(54) 発明の名称: 製鋼用黒鉛電極



(57) Abstract: A graphite electrode that can be effectively prevented from oxidizing and consuming during operation of an electric steel furnace, so that specific consumption of the electrode can be improved. The graphite electrode is used in an electric steel furnace that is operated while the electrode projecting upward from a furnace cover is cooled by cooling liquid that is sprayed on the surface of the electrode. The graphite electrode is characterized in that a concave and convex structure is formed on its surface.

(57) 要約: 電気製鋼炉に用いられる黒鉛電極の操業中における酸化消耗が効果的に抑制され、電極原単位を向上させることができるようにするため、炉蓋より上方に突出する黒鉛電極の表面に冷却液を吹き付けて冷却しながら操業を行う電気製鋼炉の黒鉛電極において、該黒鉛電極の表面に凹凸構造を形成したことを特徴とする。

WO 2004/063651 A1

## 明細書

## 製鋼用黒鉛電極

## 技術分野

本発明は、製鋼炉用黒鉛電極、とくに、炉蓋より上方に突出する黒鉛電極を冷却しながら操業する電気製鋼炉において使用される黒鉛電極の改良に関する。

## 背景技術

電気製鋼炉においては使用される黒鉛電極は、アークをとばして原料を溶解するものであるが、アークにより高温に達するため酸化、昇華が生じ、またスラグ浸食などにより電極先端部の損耗が激しく、損耗を補うため、黒鉛電極を炉外上方から順次接続して補給している。

この場合、電極の温度上昇により、黒鉛電極の外周面にも酸化消耗が生じて電極原単位の増大を招き、操業中に折損事故に至ることもあるため、電極外周面の酸化消耗を抑制するために、電気製鋼炉の炉蓋より上方で黒鉛電極の表面に冷却液を吹き付けて冷却する方式が提案されている（実公昭59-23357号公報）。

また、電気製鋼炉の炉蓋より上方で黒鉛電極の表面を冷却する上記の方式において、冷却効果を高めるために、黒鉛電極に冷却液を先拡がりになるよう、水平レベルより下向きに-10°以下の傾斜角をとり、上向きに+10°以下の傾斜角をとる範囲内でラッパ状に拡がらせて噴射させることも提案されている（特開平9-92460号公報）。

## 発明の開示

電気製鋼炉用に使用される人造黒鉛電極は、原料コークスにバインダーピッチを加えて混捏し、押出成形、一次焼成、ピッチ含浸、再焼成、黒鉛化し、所定の寸法に機械加工することにより製造される。黒鉛電極は、黒鉛化が発達するほど良好な特性を示すが、他方、電極表面の親水性は黒鉛化が発達するほど低下する

傾向があるため、一般に、製鋼用黒鉛電極においては、黒鉛電極の表面に冷却液を吹き付けて冷却した場合、電極表面で冷却液が弾かれて冷却効果が低下し、酸化防止効果が十分に得られないことが多い。

発明者らは、黒鉛化が発達して使用上良好な特性をそなえた電気製鋼用黒鉛電極において、表面の親水性を得るために電極の構造について多くの試験、検討を重ねた結果、電極の表面を凹凸構造とすることにより親水性が得られ、冷却効果を高めることができることを知見した。

本発明は、上記の知見に基づいてなされたものであり、その目的は、炉蓋より上方に突出する黒鉛電極を冷却しながら操業する電気製鋼炉において使用される黒鉛電極において、保水性が大きく、十分な冷却効果が得られ、酸化消耗が抑制されて電極原単位の向上が可能となる電気製鋼用黒鉛電極を提供することにある。

上記の目的を達成するための本発明による電気製鋼用黒鉛電極は、炉蓋より上方に突出する黒鉛電極の表面に冷却液を吹き付けて冷却しながら操業を行う電気製鋼炉の黒鉛電極において、該黒鉛電極の表面に凹凸構造を形成したことを特徴とする。

#### 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の黒鉛電極の実施例を示す一部略式正面図であり、第2図は、第1図のA部拡大図である。第3図は、凹凸構造の他の実施例を示す図であり、第4図は、凹凸構造のさらに他の実施例を示す図である。第5図は、本発明の電極についての水供給量と水保持量との関係を示すグラフであり、第6図は、本発明の電極についての凹凸構造の突起高さと水保持量との関係を示すグラフである。

#### 発明を実施するための最良の形態

本発明において、凹凸構造とは、電極の表面に、電極の軸方向に対して直角方向または平行な方向に溝を設けてなる構造、螺旋状の溝を設けてなる構造、これらの溝を交差させて凹凸を形成してなる構造、ディンプル加工を施してなる構造

など、電極表面に保水性が確保し得る全ての凹凸構造を含む。

上記の凹凸構造のうち、電極の表面に吹き付けられる冷却液の流れに対して直角方向または略直角方向に旋盤などの機械加工により溝加工を行って凹凸構造を形成するのが好ましく、図1～2に示すように、黒鉛電極1の表面に螺旋状の溝2を設けてなる構造が加工の簡易性などの点で実用上最も好ましい。凹凸構造は電極表面全体に設けることもできるが、電極の把持部を除く表面に設けることもできる。

この場合の螺旋溝2の螺旋角 $\beta$ は45°以上90°未満の範囲とするのが好ましく、凹凸の間隔(ピッチ)Pは0.2～10mmとするのが好ましい。螺旋角が45°未満では保水効果が小さくなる。Pが0.2mm未満では保水効果が十分でなく、10mmを越えると、電極が正しく把持できないという問題が生じ、V字溝(図1～2の溝)の場合には深さも大きくなり電極の実効強度が低下する。

凹凸構造の突起高さ(高低差)hは、好ましくは0.2～5mm、さらに好ましくは0.3～2mmとする。hが0.2mm未満では保水効果が小さく、5mmを越えると電極の実効強度が低下して折損し易くなる。凹凸構造を電極表面全体に設ける場合には、凹凸のピッチ、突起高さの上限は、電極の実効強度が低下して折損し易くなったり、電極が正しく把持できないなどの問題が生じないよう、電極のサイズに応じて上限値を選択する。

電極表面に凹凸構造を形成することによって、スプレーまたはノズルシャワーから噴出されて電極表面に吹き付けられた冷却液は、電極表面を流下する際に、つぎのように作用し、電極の冷却効率の向上に寄与する。

(1) 電極表面の凹凸構造により流下速度が低下して、冷却液の膜が電極表面に均一に拡がり易くなり、膜厚も増加して保水効果が大きくなり、冷却効果が改善される。

(2) 電極の表面積、すなわち、冷却液への伝熱面積が増加する。

(3) 定常沸騰の面積が拡がり、蒸発熱による除熱効果が大きくなる。

この他、凹凸構造による冷却液の攪拌作用のため、電極表面から冷却液膜の表面への熱伝達係数が見かけ上向上する効果も考えられる。

冷却液は、一般的には水（工業用水）を使用する。水に界面活性剤を添加することにより電極表面への保水効果を向上させることができる。電極表面に界面活性剤を塗布しておくことによっても保水効果を増大させることができる。水以外でも、酸化防止剤の水溶液などを適用することもできる。

以下、本発明の実施例を凹凸構造を設けない従来の平滑表面を有する黒鉛電極（比較例）と対比して説明するが、この実施例は本発明の一実施態様を示すものであって、本発明はこれに限定されるものではない。

#### 実施例、比較例

直径4インチ、長さ350mmの黒鉛電極の表面に、表1に示す条件で螺旋溝加工を施し、螺旋溝による凹凸構造を形成した電極を、ロードセルを介して吊り下げ、電極の周りに配置した冷却水吹き付けノズルから電極表面に4L/分の水噴射量で冷却水を吹き付け、電極表面で冷却水を流下させて、電極の重量増加をロードセルにより測定し、水保持量を求めた（水保持量=冷却水を吹き付ける前の電極重量-冷却水を吹き付け、流下させた後の電極重量）。

表 1

試 験 例 No	螺旋溝							
	溝形状	溝角度 $\alpha$ °	溝ピッチ p mm	溝深さ h mm	螺旋角度 $\beta$ °	螺旋 本数	保水量 kg	
実 施 例	1	V字溝	90	0.5	0.25	89.9	1	0.055
	2	V字溝	90	1.0	0.50	89.8	1	0.075
	3	V字溝	90	2.0	1.00	89.6	1	0.101
	4	V字溝	90	4.0	2.00	89.2	1	0.150
	5	V字溝	60	2.0	1.75	89.6	1	0.129
	6	レ字溝図3	60	2.0	0.70	89.6	1	0.094
	7	レ字溝図4	60	2.0	0.70	89.6	1	0.086
	8	V字溝	90	5.0	1.00	89.0	1	0.085
	9	V字溝	90	5.0	1.00	80.0	10	0.085
	10	V字溝	90	5.0	1.00	70.0	21	0.082
	11	V字溝	90	5.0	1.00	60.0	32	0.078
	12	V字溝	90	5.0	1.00	45.0	57	0.060
比較例	表面平滑加工						0.045	

実施例および比較例における水供給量と水保持量との関係を図5に、突起高さ(溝深さh)と水保持量との関係を図6に示す。

図5に示すように、螺旋溝を形成した実施例では、溝ピッチpが1.0mm以上で螺旋溝を形成しない表面平滑な比較例に比べて、水保持量が大きくなっています。とくに溝ピッチが2.0mm以上の試験例No.3、4および5において良好な保水効果が認められます。

また、図6に示すように、螺旋溝を形成した実施例では、螺旋溝を形成しない

表面平滑な比較例に比べて水保持量が増大しており、とくに溝深さが0.8mm以上 の試験例No.3～7において良好な保水効果が認められ、溝深さが1.75mm以上の試験例No.4および5の保水効果は大きく改善されている。

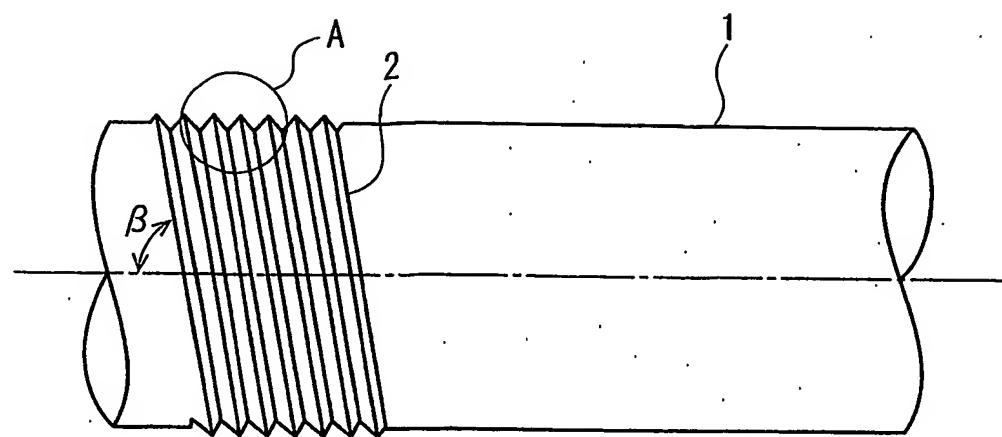
### 産業上の利用可能性

本発明によれば、電気製鋼炉に用いられる黒鉛電極の操業中における酸化消耗が効果的に抑制され、電極原単位を向上させることができる製鋼用黒鉛電極が提供される。

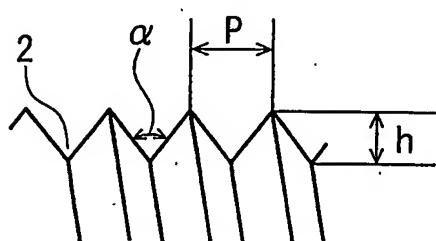
## 請求の範囲

1. 炉蓋より上方に突出する黒鉛電極の表面に冷却液を吹き付けて冷却しながら操業を行う電気製鋼炉の黒鉛電極において、該黒鉛電極の表面に凹凸構造を形成したことを特徴とする電気製鋼用黒鉛電極。
2. 前記凹凸構造が螺旋状の溝であることを特徴とする請求項1記載の電気製鋼用黒鉛電極。
3. 前記凹凸構造が螺旋状の溝であり、該螺旋状の溝は、螺旋角 $\beta$ が $45^\circ$ 以上 $90^\circ$ 未満、溝ピッチ $P$ が $0.2\sim10\text{ mm}$ 、溝深さ $h$ が $0.2\sim5\text{ mm}$ の形態をそなえたものであることを特徴とする請求項1記載の電気製鋼用黒鉛電極。

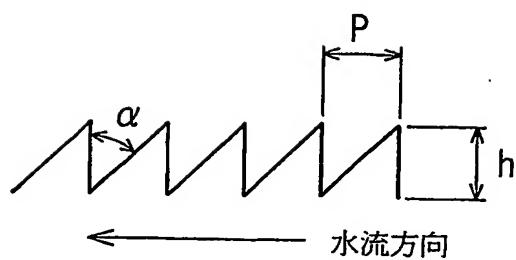
第 1 図



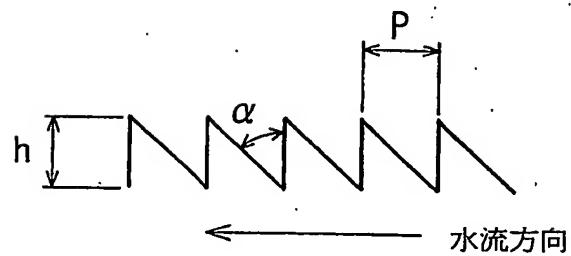
第 2 図



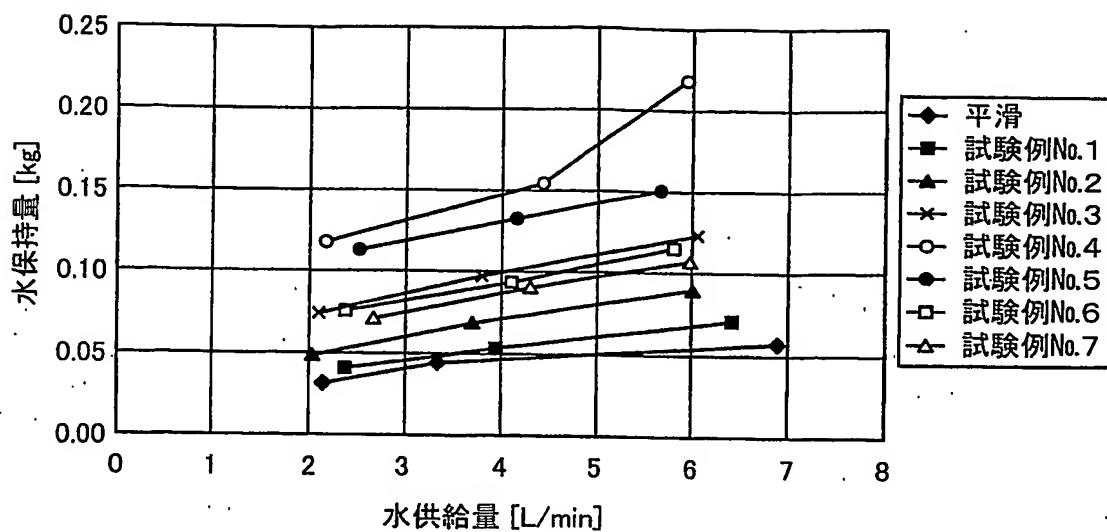
第3図



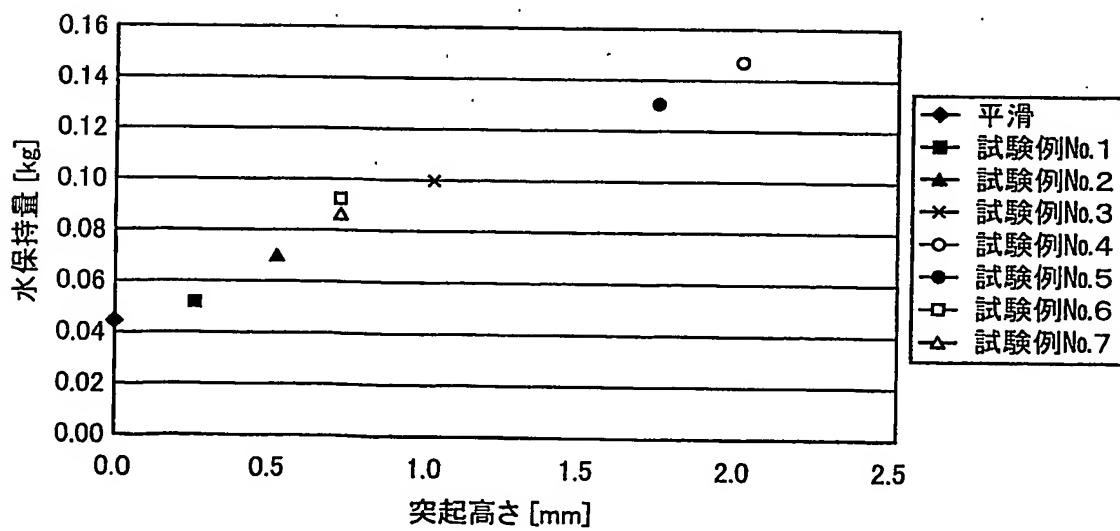
第4図



第 5 図



第 6 図



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/05563

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> F27B3/08, F27D11/02, H05B7/12, C01B31/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> F27B3/08, F27D11/02, H05B7/12, C01B31/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 827365 A2 (NIPPON CARBON CO., LTD.), 04 March, 1998 (04.03.98), & JP 10-72615 A & JP 10-72616 A	1-3
A	US 5795539 A (Nippon Carbon Co., Ltd.), 18 August, 1998 (18.08.98), & JP 9-92462 A & JP 9-92461 A & JP 9-92460 A & JP 9-92459 A & JP 9-92458 A	1-3

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

- \* Special categories of cited documents:
- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
28 July, 2003 (28.07.03)Date of mailing of the international search report  
12 August, 2003 (12.08.03)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. C17 F27B3/08, F27D11/02, H05B7/12, C01B31/04

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. C17 F27B3/08, F27D11/02, H05B7/12, C01B31/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2003年
日本国登録実用新案公報	1994-2003年
日本国実用新案登録公報	1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	EP 827365 A2 (NIPPON CARBON CO., LTD.) 1998. 03. 04 & JP 10-72615 A & JP 10-72616 A	1-3
A	US 5795539 A (Nippon Carbon Co., Ltd.) 1998. 08. 18 & JP 9-92462 A & JP 9-92461 A & JP 9-92460 A & JP 9-92459 A & JP 9-92458 A	1-3

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」同一パテントファミリー文献

## 国際調査を完了した日

28. 07. 03

## 国際調査報告の発送日

12.08.03

## 国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)  
郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

## 特許庁審査官 (権限のある職員)

木村 孔一

4K 8315

電話番号 03-3581-1101 内線 3435